

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-150963

(43)公開日 平成6年(1994)5月31日

(51)Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 M 10/34				
4/24	J	8520-4K		
4/38	A	8520-4K		

審査請求 未請求 請求項の数14(全 11 頁)

(21)出願番号	特願平4-299516	(71)出願人	00005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22)出願日	平成4年(1992)11月10日	(72)発明者	柳原 伸行 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		(72)発明者	門内 英治 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		(72)発明者	生駒 宗久 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		(74)代理人	弁理士 小沼治 明 (外2名) 最終頁に続く

## (54)【発明の名称】 蓄電池システム

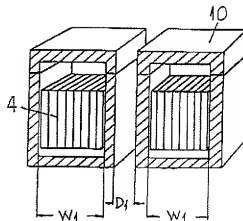
## (57)【要約】

【目的】 充電時、とくに過充電時に電池に発生する熱を電池内に蓄積することなく、電池外部へ効率良く放熱することができ、サイクル寿命に優れた蓄電池システムを提供する。

【構成】 水素吸蔵合金を負極に用いた電極群を電槽内に収納した単電池の複数個を、単電池相互間に空間を設けて並列に配置した蓄電池システムであり、前記電極群の幅寸法に原寸法 $W_1$ を乗じた値 $K$ が $1.0 \leq K \leq 1.00$ の範囲にあり、かつ単電池相互間の空間幅寸法 $D_1$ と前記電極群の厚み寸法 $W_1$ との関係が $0.02 \leq D_1/W_1 \leq 0.3$ の範囲としたものである。

4...電極群

10...単電池

D<sub>1</sub>...単電池間に設けた空間部の幅W<sub>1</sub>...電極群の厚み

(2)

特開平6-150963

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】酸化金属を活性物質とする正極板と、水素を電気化学的に吸蔵・放出する水素吸蔵合金を主たる構成材料とする負極板と、セパレータとからなる電極群を電槽内に収納した単電池を、複数個、列状に配置するとともに、その隣接する単電池間に空間を設けた蓄電池システムであって、前記電極群は、その高さ寸法H、幅寸法L、厚み寸法Wにおいて $H > L > W$ の寸法関係にあり、かつ幅寸法Lに厚み寸法Wを乗じた値Kを $10 \leq K \leq 100$ とするとともに、前記隣接した単電池間の空間部の幅寸法Dは前記電極群の厚み寸法Wに対して $0.02 \leq D/W \leq 0.3$ の範囲にある蓄電池システム。

【請求項2】前記電槽内に収納された電極群は、その左右両端に負極板が配置されていて、この両端の負極板は電槽の内側に直接密着するか、あるいはセパレータまたは保液部材を介して密着している請求項1記載の蓄電池システム。

【請求項3】前記電極群を収納した電槽は、合成樹脂製であって、その配列方向の外側面的一方または両方に電槽の縦方向に沿って複数の凹凸部を形成している請求項1記載の蓄電池システム。

【請求項4】合成樹脂製電槽の外側面的一方あるいは両方に、電槽の縦方向に沿って設けた複数の凹凸部は、相互に隣接する電槽間において、それぞれの凹部と凸部を1ヶ所以上で嵌合する請求項3記載の蓄電池システム。

【請求項5】酸化金属を活性物質とする正極板と、水素を電気化学的に吸蔵・放出する水素吸蔵合金を主たる構成材料とする負極板と、セパレータとからなる電極群を電槽内に収納した単電池を2個1組とした組電池を備え、この組電池の複数個をその相互間に空間を設けて列状に配置した積層電池からなる蓄電池システムであって、前記電槽内に収納した電極群の厚み寸法Wと、組電池相互間の空間の幅寸法Dとの関係が $0.04 \leq D/W \leq 0.6$ の範囲にある蓄電池システム。

【請求項6】前記組電池内の電極群は、その左右両端に負極板が配置されていて、その両端の負極板は電槽内側に直接密着するか、あるいはセパレータまたは保液部材を介して密着している請求項5記載の蓄電池システム。

【請求項7】前記組電池内に行い、前記積層電池における組電池相互間の電氣的接続を電槽外で行っている請求項5記載の蓄電池システム。

【請求項8】前記積層電池はその左右両端の側面に固定具を配するとともに、前記組電池相互間の空間に閉鎖体を配して前記積層電池全体を締め付け具で固定している請求項5記載の蓄電池システム。

【請求項9】積層電池はさらにその電池相互間に空間を

2

設け、複数並列に配置して群電池とされ、この群電池はその左右の両側面に配した固定具を締め付け具によって締め付けられて全体が一体化されているとともに、各段層電池は、前記固定具の無い側面間の空間の幅寸法Dと、各電槽内に収納された電極群の厚さWとの関係が $0.05 \leq D/W \leq 2$ であり、前記隣接した固定具間の空間幅寸法Dを、 $2 \sim 3$ cmの範囲とした請求項5記載の蓄電池システム。

【請求項10】単電池内に注液された電解液量は電槽内に収納した電極群の理論放電容量に対して、 $1.75 \sim 3.0$ ml/Ahである請求項5記載の蓄電池システム。

【請求項11】単電池の複数個を電池相互間に空間を設けて列状に配置して積層電池とし、前記電池相互間の空間に風を強制的に流す空気供給装置を備えている請求項1記載の蓄電池システム。

【請求項12】積層電池を電池相互間に空間を設け、複数並列に配置して群電池とし、前記空間に風を強制的に流す空気供給装置を備えている請求項9記載の蓄電池システム。

【請求項13】前記積層電池の空間を通過する風または冷風が、積層電池の底面から上面に向かって流れるように、空気供給装置を設置した請求項11記載の蓄電池システム。

【請求項14】群電池を構成する積層電池相互間の空間を通過する風または冷風が、積層電池の底面から上面に向かって流れるように、空気供給装置を設置した請求項12記載の蓄電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、水素を電気化学的に吸蔵・放出する水素吸蔵合金を主たる構成材料とする負極を用いた蓄電池を、複数個、列状に配置した積層電池（モジュール電池）、またはこの積層電池をさらに複数個列状に組み合わせた群電池からなる蓄電池システムの、とくにその放熱構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】水素吸蔵合金、あるいはその水素化合物からなる水素吸蔵電極を負極とし、酸化ニッケルを正極とするニッケル・水素蓄電池は、ニッケル・カドミウム蓄電池と互換性があるとともに、ニッケル・カドミウム蓄電池よりも高容量化が可能であるという特徴を有している。しかしながら、このニッケル・水素蓄電池は、充電時、とくに過充電時に正極から酸素ガスが多量に発生する。

【0003】この酸素ガスは負極に吸蔵されている水素と反応して水に還元されるが、このとき発熱反応により電池温度が上昇する。また、このときの温度上昇よりも大きいことが知られている。

【0004】そして、現在、実用化されている小型円筒

50

3

型ニッケル・水素蓄電池では、外装筐（ケース）が金属であるため、充電時に発生した熱は効率良く電池外部へ放出され、過充電時においても電池の温度上昇は大きくない。

【0005】しかし、中容量である20〜300Ah程度のニッケル・水素蓄電池では、充電時に多量の熱が発生する。

【0006】そして、このとき、電池の電池外部への放熱効率が良好でないとい、発生した熱は電池内に蓄積され、電池温度は急激に上昇する。

【0007】また、電池温度が高くなると充放電効率が低下し、活物質の利用率が低下するため、充電時に発生した熱を効率良く電池外部へ放熱しないと、目標とする電池特性が得られないことがあった。

【0008】さらに、電池を複数個、積層配置した積層電池（モジュール電池）や、この積層電池を複数個、積層配設した群電池からなる蓄電池システムでは、電池の配置位置によって、充電時における電池温度が異なっていた。

【0009】そして、温度が高くなった電池は、電池内圧が上昇して電槽に備えてある安全弁から電解液やガスが漏出することがあり、これらの電解液が液漏した電池によって、蓄電池システム全体の寿命が早期に劣化した。

【0010】また、比較的小容量の小さい積層電池では充放電電流が小さく、電池温度の上昇も大きくないが、容量が大きくなると充放電電流も大きくなり、さらに、積層する電池の数が増加するため、電池の放熱効率は低下し、電池温度の上昇が大きくなっていった。

【0011】したがって、容量の大きい蓄電池システムの放熱効率を向上させて、充電時における電池温度の上昇を抑制することができる蓄電池システムの構成が重要になる。

【0012】このような課題を解決するために、特公平3-291867号公報では、充電時に発熱をともなう単電池を多数個並列状態にならべた蓄電池システムにおいて、単電池間に空気が流通する空間を設けるとともに、単電池間の空間幅/単電池幅を、0.1〜1.0の範囲にするという技術が提案されている。

【0013】そして、さらに充電時に電池の温度上昇を抑制するために、電池間に強制的に冷風を送り込む装置が蓄電池システムの側面に取り付けられている。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の場合、単電池間の空間幅/単電池幅の値を1に近づけるように大きくすると、放熱効率の点からは好ましいが、前記の空間幅が大きくなるとにより蓄電池システムの体積が増大してエネルギーの容積密度が低下するという問題が生じていた。また、前記電池間の空間幅を、電池の幅、すなわち電極の幅で規制しているため、電極の壁

(3)

特開平6-150963

4

の厚みが変化すると電極の幅が変化するので、同じ電極群を用いた場合でも、前記電池間の空間幅は変化していた。電池の充電時の温度上昇は、基本的に電極内に収納されている電極群の大きさに依存する。

【0015】すなわち、電極群の厚みが大きくなるほど、発生した熱は放出されにくくなり、電極群に蓄積される熱が大きくなる。したがって、蓄電池システムの放熱効率に影響を及ぼす電池間の空間幅は、電池の幅によってではなく、電極群の厚みを考慮して決定すべきである。そして、電極群の厚み方向の断面積が、ある特定の範囲であるという条件の下で、電極群の厚みによって電池間の空間幅を規制することが適切である。

【0016】本発明は、このような課題を解決するものであり、単電池を複数個、空間を設けて積層した蓄電池システムにおいて、電池システムのエネルギーの容積密度を低下させることなく、充電時に発生する熱の電池外への放出を効率良く行うことができ、充電時の電池温度の上昇を抑制して電池容量のバラツキを低減し、サイクル寿命特性に優れた蓄電池システムを提供するものである。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、本発明の蓄電池システムは、酸化金属を活物質とする正極板と、水素を電気化学的に吸蔵・放出する水素吸蔵合金を主たる構成材料とする負極板と、セパレータとからなる電極群を電極内に収納した単電池を、複数個、列状態に配置するとともに、隣接した単電池間に空間を設けた蓄電池システムであって、前記電極群は、その高さ寸法H、幅寸法L、厚み寸法Wにおいて、 $H > L > W$ の寸法関係にあり、かつ幅寸法Lに厚み寸法W (cm) を乗じた値Kが  $1.0 \leq K \leq 10.0$  の範囲にあるとともに、隣接した単電池間の空間幅Dが前記電極群の厚さ寸法Wに対して  $0.02 \leq D/W \leq 0.3$  の範囲にあるものである。

【0018】

【作用】本構成は、電極群の厚み方向の断面積、すなわち、電極群の幅寸法L (cm) に、厚み寸法W (cm) を乗じた値Kが  $1.0 \leq K \leq 10.0$  である条件下で、単電池間の空間幅寸法Dを電極群の厚さ寸法H×幅寸法Lに比例して放熱される。このことから電池に蓄積される熱量は、電極群の厚み方向の断面積（電極群の幅寸法L×厚み寸法W）に依存する。したがって、前記関係式を満たすような電極群の厚み寸法に対して、単電池間に設けた空間の幅寸法Dを適切に選ぶことにより、過充電時に発生した熱を、電池内に蓄積することなく、効率良く電池外部へ放出することができる。

【0019】また、前記電極群を2個1組として収納で

50

(4)

特開平6-150963

5

6

きる2セル用電槽内に収納した場合や、単電池の2個を接続した組電池に対して、この組電池を空間を設けて列状に配した積層電池では、次のようにすれば良い。

【0020】すなわち、このような組電池では、2個の単電池を空間を設けずに接合しているため、組電池間の空間幅寸法Dを電極群の厚み寸法Wに対して $0.04 \leq D/W \leq 0.6$ になるように、単電池の場合の2倍とすれば、充電時に発生する熱を効率良く放出することができる。

【0021】また、前記の積層電池の複数個、相互間に空間を設けて列状に配置した群電池では、積層電池間の空間幅寸法Dを電極群の厚み寸法Wに対して $0.05 \leq D/W \leq 2$ になるように設定することにより、群電池に発生した熱を効率良く放出することができる。

【0022】さらに、これらの蓄電池システムには、蓄電池システム的一方から電池間に設けられた空間に、冷却用風を強制的に供給し、さらに場合によっては蓄電池システムの他方から冷却用の風を吸引する空気供給装置が備えられている。

【0023】このように蓄電池システムの各電池間の空間部に、風を強制的に供給することで、各電池間に均等に風を流すことができ、電池の放熱作用を向上させることができる。このため、蓄電池システムの各電池間の温度分布の差がなくなり、各電池の容量バランスを防止することができる。サイクル寿命特性を向上させることができる。

\*

\*【0024】したがって、上記のようにして充電時に発生する熱を電池外部に効率良く放出することにより、エネルギーの蓄積密度を低下させない構成で充電時の電池温度の上昇を抑制することができ、サイクル寿命特性に優れた蓄電池システムを提供することができる。

【0025】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照しながら説明する。

【0026】（実施例1）図1に、本発明で用いたニッケル・水素蓄電池の断面図を示す。

【0027】図1に示したように、所定の酸化ニッケルを主たる構成材料とする正極板1と、所定の水素吸蔵合金を主たる構成材料とする負極板2とセパレータ3とで電極群4を構成し、この電極群4を所定の電解液とともに合成樹脂製電槽5に収納した。そして、この電槽5の開口部を、安全弁6を備えた蓋7により覆蓋し、正極端子8と負極端子9を設けて、単電池10を作製した。

【0028】ここで、電極群4は、その高さ寸法をH、幅寸法をL、厚み寸法をWとした。そして、電池の理論容量が、2.5、5.0、10.0、20.0Ahとなるように、電極群の各寸法H、L、Wを変化させるとともに、それぞれの幅寸法Lに厚み寸法Wを乗じた値K（ $K=L \times W$ ）を算出した。これを（表1）に示す。

【0029】

【表1】

電池 番号	高さ h (cm)	長さ L (cm)	電極群の厚さ $W_1$ (cm)				Kの値 ( $L \times W_1$ )			
			25Ah	50Ah	100Ah	200Ah	25Ah	50Ah	100Ah	200Ah
1	15	5	2.08	4.15	8.3	16.6	10.4	20.8	41.5	83
2	15	10	1.04	2.08	4.15	8.3	10.4	20.8	41.5	83
3	15	15	0.62	1.25	2.5	5.0	9.3	18.8	37.5	75
4	15	20	0.53	1.05	2.1	4.2	10.6	21	42	84
5	15	25	0.4	0.8	1.6	3.2	10	20	40	80
6	10	20	0.8	1.6	3.2	6.4	16	32	64	128
7	10	15	1.05	2.1	4.2	8.4	15.8	31.5	63	126
8	5	10	3	6	12	24	30	60	120	240
9	5	15	2	4	8	16	30	60	120	240
10	5	20	1.5	3	6	12	30	60	120	240
11	5	5	6.3	12.5	25	50	31.5	62.5	125	250
12	10	5	3.1	6.2	12.4	24.8	15.5	31	62	124
13	20	5	1.6	3.15	6.3	12.6	8	15.8	31.5	63
14	25	5	1.3	2.5	5.0	10.1	6.5	12.5	25	50.5
15	30	2.5	2.08	4.15	8.3	16.6	5.2	10.4	20.8	41.6

【0030】（表1）に示したように、各理論容量に対してKの値がそれぞれ定まり、電極群の厚み寸法  $W_1$  に

比例して容量が増加する。ついで、それぞれのKの値を有する電極群を用いて図1に示した単電池を作製し、こ

50

7

の単電池を複数個一列状に積層した蓄電池システムの電池利用率とエネルギーの容積密度を調べた。

【0031】その結果を図2に示す。図2に示したように、電極群のKの値が増加すると、充電時に電池内で発生した熱の放出が効率良く行われず電池温度が上昇して、電極の物質量の利用率が低下する結果、電池の利用率が低下して行く。

【0032】また、Kの値が減少すると、電池のエネルギー容積密度が低下する。ここで、電極群において、その幅寸法を小さくすると、電極群の放熱面積を大きくするために厚み寸法 $W_1$ を大きくする必要がある。

【0033】また、電極群において幅寸法を小さくすると、電極面積が増大して放熱面積が大きくなるので、その厚み寸法 $W_1$ を小さくすることができる。

【0034】そして、具体的には電極群の幅寸法が2.0cmの場合、厚み寸法 $W_1$ を0.5cmにするとKの値は1.0になる。

【0035】しかし、これ以上、Kの値を小さくすると、電池のエネルギー密度が低下して、実用上の最低容積密度である5.0Wh/l以下になってしまう。

【0036】一方、電極群の幅寸法が2.0cmの場合で、 $W_1$ を5cmにすると、Kの値は1.0になる。しかし、これ以上、Kの値を大きくすると、電極群に熱が蓄積して電池の利用率が急速に低下し、実用上、必要な電池利用率である80%を下回ってしまう。

【0037】したがって、Kの値は1.0≦K≦10.0の範囲が好ましく、容量が大きく、利用率に優れた電池を得るためには、2.0≦K≦6.0が最適である。

【0038】次に、電極群の厚み寸法 $W_1$ と充電時における電池温度との関係を図3に示す。

【0039】ここで、充電は25±2℃において、電流0.1Cで電池容量の120%まで行った。

【0040】図3に示したように、電極群の厚みによって充電時の電池温度が大きく変化し、その厚みが5.0mm以上になると電池温度は60℃以上まで上昇して、電池のサイクル寿命は低下した。

【0041】(実施例2)実施例1で用いた単電池10を、図4に示すように複数個、それぞれの単電池間に寸法D<sub>1</sub>の空間部を設けて並列配置し、積層電池を構成した。そして、単電池10内の電極群4の厚み寸法 $W_1$ と単電池間に設けた空間部の幅寸法D<sub>1</sub>を変化させ、D<sub>1</sub>/W<sub>1</sub>の値と電池利用率およびエネルギーの容積密度との関係を調べた。

【0042】その結果を図5に示す。図5に示したように、たとえば、電極群の厚み寸法 $W_1$ が2.5mmの場合、空間幅寸法D<sub>1</sub>を0.5mm以下とし、D<sub>1</sub>/W<sub>1</sub>の値を0.2以下とすると、充電時に電池内で発生した熱が電極群に蓄積され、過充電時には50℃以上の温度上昇を生じて電池利用率が80%以下まで低下した。

【0043】また、積層電池ではこれを構成する電池の

(5)

特開平6-150963

8

配置された場所による温度のバラツキが大きくなり、ともなって電池利用率のバラツキも大きくなる。

【0044】さらに、電極群の厚み寸法 $W_1$ が2.5mmの場合、前記空間幅寸法D<sub>1</sub>を7.5mm以上とし、D<sub>1</sub>/W<sub>1</sub>の値を0.3以上とすると、充電時に発生した熱の電池外部への放熱は効率良く行われず。そして、過充電時の温度上昇も40℃前後となり、電池利用率は93%~95%まで向上した。

【0045】しかし、これ以上前記空間の幅寸法D<sub>1</sub>を大きくすると、積層電池の容積が小さくなるため、積層電池のエネルギー容積密度が低下し、実用上の最低容積密度8.5Wh/lを下回ってしまうことがあった。

【0046】これらの結果から、単電池を一列に並べた積層電池のD<sub>1</sub>/W<sub>1</sub>の値の範囲は、0.2≦D<sub>1</sub>/W<sub>1</sub>≦0.3であることが好ましい。

【0047】(実施例3)実施例2で用いた単電池の合成樹脂製電極の形状の他の例と積層電池構成を図6に示す。

【0048】図6(1)(2)(3)において各(A)に示したように、単電池の積層方向に向いた電極5の左右の側面には、その片側あるいは両側に凹凸部を設けている。

【0049】そして、図6(1)(2)(3)において各(B)に示したように、電極5の凸部を設けた側面を、隣接する電極5の平面状側面に接して配列するか、隣接する2つの電極の凹凸部を組み合わせて並列にならべ、電池間に空間部D<sub>2</sub>を設けた。

【0050】これらの電池間に設けた空間部D<sub>2</sub>を流れる空気により、過充電時に発生した熱は効率良く放熱され、電池の温度上昇を抑制することができた。

【0051】なお、電極の材料である合成樹脂の中に熱伝導性の材料、たとえば、炭素粉末、炭素繊維、カーボンフィブラスなどを含有させると、伝導性が高まって電極表面からの放熱効果が促進されるとともに、電極の強度を向上させることができる。

【0052】(実施例4)実施例1で用いた単電池2個を、図7(1)に示したように単電池相互間に空間部を設けなく接合して並列にならべた組電池11を作製した。また、実施例1で用いた電極群4を、図7

(2)に示したように電極群2個を収納することができ2セル用電極12に収納して組電池11を作製した。

【0053】そしてそれぞれ組電池11を複数個、相互間に空間を設けて並列に配置し、積層電池(モジュール電池)を作製した。

【0054】ここで、図7(1)に示した組電池11に対して、その電極群4の厚み寸法をW<sub>2</sub>とし、隣接する組電池11間の空間部の幅寸法をD<sub>2</sub>とした。また、図7(2)に示した組電池11に対して、その電極群4の厚み寸法をW<sub>2</sub>'とし、隣接する組電池11間の空間部の幅寸法をD<sub>2</sub>'とした。そして電極群の厚み寸法W<sub>2</sub>、

50

9

$W_2'$  と、組電池間の空間幅寸法  $D_2$ 、 $D_2'$  を変化させて、 $D_2/W_2$ 、 $D_2'/W_2'$  の値と電池利用率およびエネルギーの容積密度との関係を調べた。

【0055】その結果を図8に示す。図8に示したように、たとえば、電極群の厚み寸法  $W_2$ 、 $W_2'$  が 2.5 mm の場合、空間幅寸法  $D_2$ 、 $D_2'$  を 1 mm 以下とし、 $D_2/W_2$ 、 $D_2'/W_2'$  の値を 0.04 以下とすると、充電時に電池内に発生した熱が電極群に蓄積され、電池温度が上昇して電池利用率は 80% 以下まで低下した。

【0056】また、電極群の厚み寸法  $W_2$ 、 $W_2'$  が 2.5 mm の場合、空間幅寸法  $D_2$ 、 $D_2'$  を 1.5 mm 以上とし、 $D_2/W_2$ 、 $D_2'/W_2'$  の値を 0.6 以上とすると、放熱は効率良く行われ、電池の利用率も 90~93% まで向上した。しかし、これ以上、前記空間幅寸法  $D_2$ 、 $D_2'$  を大きくすると、積層電池の容積が大きくなってエネルギー容積密度が低下し、実用上の最低容積密度である 85 Wh/l を下回ってしまう。

【0057】したがって、 $D_2/W_2$  および  $D_2'/W_2'$  の範囲は 0.04 ≤  $D_2/W_2$  ≤ 0.6、0.04 ≤  $D_2'/W_2'$  ≤ 0.6 であることが好ましい。

【0058】なお、上記の組電池 11 は、図9に示したように組電池 11 内の電極群間の接続は内部端子接続体 13 により電極 5 の内部で行い、組電池 11 相互間の接続は外部端子接続体 14 により電極 5 の外部で行った。

【0059】また、図9に示したような組電池 11 を複数個、並列に配置した積層電池（モジュール電池）は、電池使用時の電極の膨れを防止するため、その左右両側面を固定した。

【0060】すなわち、図10に示したように、組電池 11 を並列に配置した積層電池（モジュール電池）の左右両側の側面に放熱性に優れた固定具 15 を配するとともに、組電池 11 相互間の空間部の一部に補強体 16 を配した。そして、これら全体を前後の締付け具 17 で締め付け、固定一体化した。

【0061】さらに、カーボンウィスカーを添加した電極では、放熱効果が向上するとともに電極の強度も向上してサイクル寿命を 30~35% 程度延長することができた。

【0062】（実施例5）上記の実施例1~4に用いた電極液は、その主体を水性カーボン溶液としたが、この電極液量によっても充電時における電池温度の上昇が異なり、20~300 Ah の中容量電池においては電池容量に大きく影響する。

【0063】そこで、単電池単独、または単電池2個以上を組み合わせた組電池、さらには組電池を複数個、並列に積層配置した積層電池（モジュール電池）において、電極群の理論放電容量に対して電極液量が 1.5~3.5 ml/Ah の範囲内となるように電極液量を入力した。

【0064】この電極液量 (ml/Ah) とエネルギー密度および電池利用率の関係を図11に示す。

(6)

特開平6-150963

10

【0065】放電容量に対して電極液の量が 1.75 ml/Ah 以下の場合には、過充電時における温度上昇速度が大きく、電池利用率は 85% 以下まで低下した。したがって、単位重量当りのエネルギー密度も 57 Wh/kg 以下となり、エネルギー密度は実用上必要な値 55 Wh/kg より大きい、電池温度の上昇速度が大きくサイクル寿命が低下した。

【0066】一方、電極液の量が 3.0 ml/Ah 以上の場合には過充電時における温度上昇は小さく、電池利用率は 93% まで上昇した。しかし、電極液の注液量の増加による電池重量の増加のため、単位重量当りのエネルギー密度は 57 Wh/kg 以下まで低下した。また、電極液量が必要以上に多い場合には、過充電時に正極で発生した酸素ガスを負極で吸収することが困難となり、電池内圧が上昇する。電池内圧が大きく上昇すると安全弁より電極液や分解ガスが排出し、電極液の減少によってサイクル寿命が低下した。

【0067】これらの結果より、電極液量の適切な範囲は 1.75~3.0 ml/Ah であり、さらに最適な範囲としては、2.0~2.75 ml/Ah である。この範囲であれば、中容量 20~300 Ah の積層電池システムにおいてもエネルギー密度が大きく、サイクル寿命が長くなる。

【0068】（実施例6）単電池単独、または単電池2個以上を組み合わせた組電池、さらに組電池を複数個、並列に積層配置した積層電池（モジュール電池）において、電極群4の最外両側面に負極板2を配置して群組み立てを行い、図12に示したように前記電極5の内側壁面と密着するように構成した。

【0069】また、電極群4の最外側面的一方あるいは両方に保液性の優れた保液部材（緩衝部材）18を配して電極5の内側壁面と密着するように構成した。

【0070】そして、電極群の最外両側面に負極板2を配置し、電極内側壁面に密着させると、正極板1より負極板2の方が熱伝導性や放熱性に優れているので、負極板2表面を通して外部に熱が効率良く放出され、さらに負極板表面と電極内側壁面に密着させると、放熱性が高まり 2~3℃ 程度温度上昇が抑制されて正極板を最外両側面に備えた電池よりもサイクル寿命が 1.5~1.8 倍程度向上した。

【0071】また、前記負極板2と電極5の内側壁面に保液緩衝部材18を介在させると単なるセパレータ単独よりはサイクル寿命が 1.7~2.5 倍向上した。この保液性部材18は 0.2~1.0 mm 程度の微孔性の親水性多孔体であり、比較的大きな圧縮強度を有する部材である。微孔性で親水作用があれば保液性がよいので、比較的多くの電極液を保持することができる。そして、この保液性部材18が電極液を保持しているため、その電極液が電極群4から発生した熱を速やかに伝え比較早く外部に放出することができる。また、最初の注液時にお

50

11

ける余分な電解液は、この保液性部材 18 が保持してフーリナ液をなくすこととなるので、取扱いもよく、電池使用中に電解液が不足してくと保液性部材 18 に保持された電解液が電極群 4 へ移行し電極反応に必要な電解液を補充することができる。したがって、サイクル寿命を大きく向上させることができる。また、この保液性部材 18 は、緩衝部材の役目もしており、充放電中に電極が膨張するとこの緩衝部材が加圧され、圧縮されて、保持していた電解液が電極およびセパレータ内に半ば強制的に補充され、電池内の電解液のバランスを良好に保つことができる。

【0072】そして、充放電時の電極の膨張度合に対応して保液性部材 18 から電解液が補充されるので、電池の長寿命化、とくにメンテナンスフリーには大きな効果を発揮し、保守、取扱いの点でも大幅な改善が見られる。

【0073】このように保液性部材 18 を電極群 4 の一部に装着することによって、放熱と電極群への電解液の内部での補充ができ、積層電池（モジュール電池）のサイクル寿命が伸長し、前記保液性部材 18 を使用しない場合と比較して 3 倍以上も向上した。この部材としては合成樹脂、セラミック、金属繊維等、耐アルカリ性のある材料が良い。また、この他に親水性で、微孔性部分を有し、保液性が強く、比較的大きな圧縮強度を保持するものであれば同様な効果を発揮する。

【0074】（実施例 7）図 13 に示したように、単電池、あるいは単電池を組み合わせた組電池を、並列に一列状態で配置した積層電池（モジュール電池）19 を、さらに相互間に空間を設けて並列に 2 列状態に配置して群電池システムを構成した。

【0075】この群電池は、並列配置した複数個の積層電池 19 の左右両側の側面に固定具 15 を設けており、全体を締め付け具 17 によって固定している。

【0076】このとき、並列配置した各積層電池（モジュール電池）において、固定具 15 の無い側面間の空間幅寸法を  $D_1$  とし、群電池システムとして隣接した固定具 15 間の空間幅寸法を  $D_2$  とした。

【0077】そして、単電池内の電極群の厚み寸法  $W_1$  と、前記空間幅寸法  $D_1$  を要化させた  $D_1/W_1$  の値と電池特性との関係を調べた。このとき、電極群の厚み寸法  $W_1$  が 2.0 mm の場合、空間幅寸法  $D_1$  を 1.0 mm 以下として  $D_1/W_1$  の値を 0.05 以下にすると、充放電時に発生した熱が積層電池内に蓄積して電池温度が上昇し、群電池のサイクル寿命が低下した。

【0078】また、電極群の厚み寸法  $W_1$  が 2.0 mm の場合、前記空間幅寸法  $D_1$  を 4.0 mm 以上とし、 $D_1/W_1$  の値を 2.0 以上とした。この範囲ではこれ以上前記空間幅寸法  $D_1$  を大きくしても放熱効果は同じになり、逆に  $D_1$  を大きくしただけ蓄電池システムのエネルギー容積密度が低下した。

(7)

特開平 6-150963

12

【0079】したがって、 $D_2/W_1$  の値の範囲は、 $0.05 \leq D_2/W_1 \leq 2$  であることが好ましい。

【0080】また、群電池システムにおいて、隣接した固定具 15 間の空間幅寸法  $D_2$  は、0.2 ~ 3 cm 程度であることが適切であり、これにより群電池システムのスペース効率と放熱とを効率良く行うことができる。

【0081】（実施例 8）図 14 および図 15 に本発明の強制空冷用の空気供給装置を備えた蓄電池システムを示す。

【0082】図 14 および図 15 に示したように、単電池単独または単電池を組み合わせた組電池を、電池相互間に空間部を設けて複数個並列配置した積層電池（モジュール電池）19 において、隣接する電池相互間の空間部に、ファン、ブローなどの空気供給装置 20 によって風を強制的に一方から供給し、場合によっては他方から吸引する。

【0083】また、放熱効率を一層高める目的からはクーラー用の熱交換器を通った冷風を、電池間の空間部に下から上に向けて供給するとよい。

【0084】ここでの空気供給装置は電池、群電池システムの規模によってその風量を調整した。

【0085】冷却に関して従来のように、風または冷風を電池間に送り込むだけの場合は空気の流れが不均等で、電池全体の温度を均一に下げることができなく、電池のサイクル寿命は低下していた。

【0086】これに対して本発明の空気供給装置では、空気を電池底面および側面から供給し、必要であればその反対側から吸引するものであるので、電池相互の空間部には均等に空気が流れる。したがって、電池全体の温度分布をほぼ均一にすることができ、サイクル寿命を大幅に向上させることができる。

【0087】また、強制的に冷却しない蓄電池システムのサイクル寿命を 1.0 0 とすると、空気を強制的に送り込む放熱方法では 1.30（1.3 倍）、空気を供給するとともに吸引する放熱方法では 2.00（2 倍）、クーラー等の熱交換器で空気を冷却して、これを供給するとともに吸引する方法では 2.50（2.5 倍）以上のサイクル寿命が得られた。電池全体の中で 1 つの電池、あるいは蓄電池システムの中で 1 つの積層電池が劣化すると、蓄電池システム全体の性能が低下する。

【0088】従って均一な放熱方法は、蓄電池システムのサイクル寿命を大幅に向上させることができる。

【0089】

【発明の効果】以上のように、本発明の蓄電池システムは、水素吸蔵合金を負担に用いた電極群を電槽内に収納した単電池に関し、この単電池を複数個、電池相互間に空間を設けて並列に配置した蓄電池システムにおいて、前記電極群の幅寸法に厚み寸法  $W_1$  を乗じた値  $K$  が  $1.0 \leq K \leq 1.00$  の範囲にあるとともに、単電池間の空間幅寸法  $D_1$  と前記電極群の厚み寸法  $W_1$  との関係は  $0.0$

50

(8)

特開平6-150963

13

14

2  $\leq D_1/W_1 \leq 0.3$  の範囲にしたので、過充電時に電池に発生した熱を電池内部に蓄積することなく、電池外部へ効率良く放熱することができ、サイクル寿命に優れた蓄電池システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の単電池の断面図

【図2】電極群のKの値と電池利用率およびエネルギー容積密度との関係を示す図

【図3】電極群の厚みと電池温度との関係を示す図

【図4】本発明における積層電池（モジュール電池）の断面図

【図5】積層電池の  $D_1/W_1$  の値と電池利用率およびエネルギー容積密度との関係を示す図

【図6】（1）本発明の単電池の電極の形状と、その積層状態の一例を示す略図

（2）同じく別な例の略図

（3）同じくさらに別な例の略図

【図7】（1）本発明の組電池を積層した積層電池（モジュール電池）の断面図

（2）同じく積層電池の他の例を示す断面図

【図8】積層電池の  $D_1/W_1$ 、 $D_2'/W_2'$  の値と電池利用率およびエネルギー容積密度との関係を示す図

【図9】積層電池における組電池の積層状態を示す図

【図10】両端に固定具を備えた積層電池を示す図

【図11】電池内の電解液量とエネルギー密度との関係を示す図

【図12】電池内の電極群の構成を示す図

【図13】積層電池を複数個積層した群電池を示す図 \*

\* 【図14】空気供給装置を備えた積層電池を示す図

【図15】空気供給装置を備えた積層電池の他の例を示す図

【符号の説明】

1 正極板

2 負極板

3 セパレータ

4 電極群

5 電槽

6 安全弁

7 蓋

8 正極端子

9 負極端子

10 単電池

11 組電池

12 2セル用電槽

13 内部端子接続体

14 外部端子接続体

15 固定具

16 補強板

17 締め付け具

18 保護部材

19 積層電池（モジュール電池）

20 空気供給装置

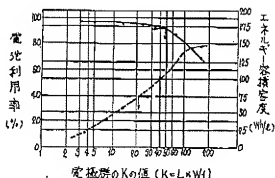
H 電極群の高さ

L 電極群の幅

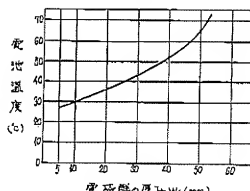
$W_1$ ,  $W_2$ ,  $W_2'$ ,  $W_3$  電極群の厚み

$D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_2'$ ,  $D_3$  電池間の空間部の幅

【図2】



【図3】

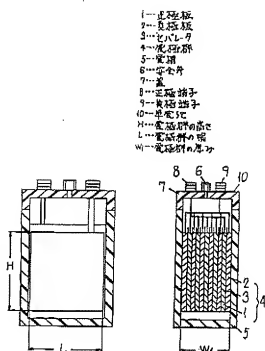




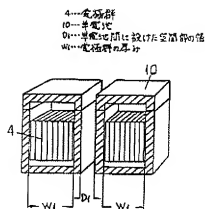
(9)

特開平6-150963

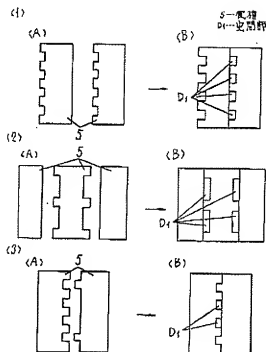
【図1】



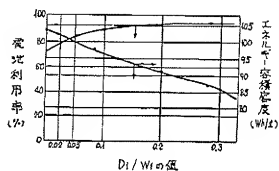
【図4】



【図6】



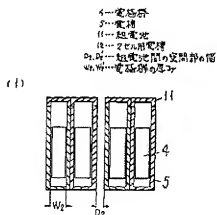
【図5】



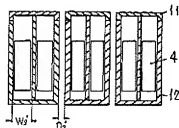
(10)

特開平6-150963

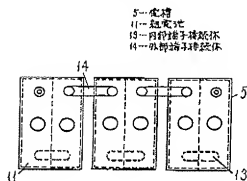
【図7】



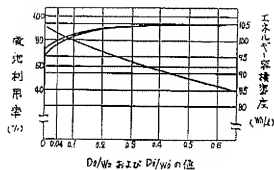
(2)



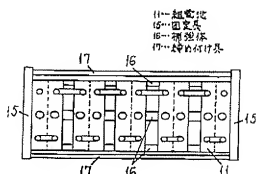
【図9】



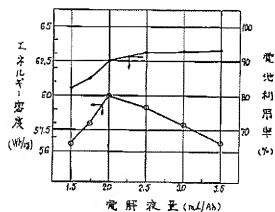
【図8】



【図10】



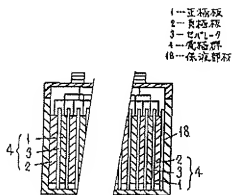
【図11】



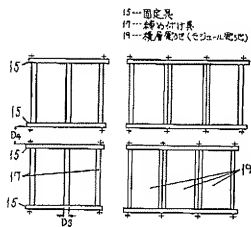
(11)

特開平6-150963

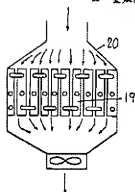
【図12】



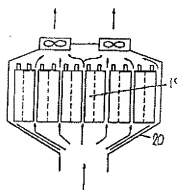
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 松本 功  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内